

PANORAMAS SETORIAIS 2030

# ELÉTRICO

Alexandre Siciliano Esposito\*

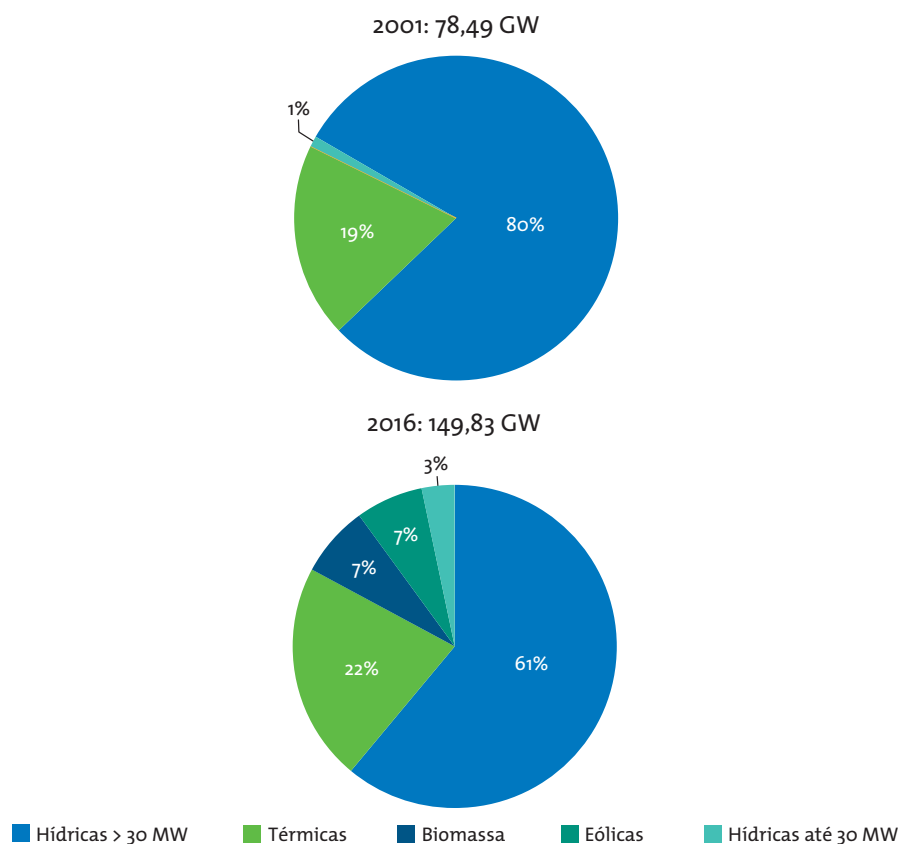
\* Gerente setorial do Departamento de Energia Elétrica 2 (DEENE2) da Área de Energia (AE) do BNDES.

## 1. Introdução

O setor elétrico brasileiro (SEB) percorreu uma trajetória de mudança de seu perfil de geração de energia elétrica. O parque gerador mais do que dobrou em capacidade instalada em vinte anos, com mudanças estruturais em sua composição. A hidroeleticidade passou de cerca de 90% de participação relativa, em meados dos anos 1990, para 80% no início dos anos 2000, e de um pouco mais de 60% até o fim de 2016.

A segunda principal fonte, que cresceu em participação relativa, é a termelétrica (fóssil e nuclear) e representa 22% da capacidade instalada nacional. Em seguida, estão a biomassa e a geração eólica: ambas em menos de dez anos agregaram cerca 10 GW ao parque gerador nacional, representando cada uma 7% da capacidade instalada total. O Gráfico 1 ilustra a mudança do perfil de geração descrita anteriormente.

Gráfico 1: Principais fontes de geração de energia do Sistema Interligado Nacional



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados de fiscalização da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), consultados no portal da agência em março 2017.

Nota: Exclui usinas hidrelétricas abaixo de 3 MW, geração distribuída e sistemas isolados.

Para o futuro, no médio prazo, o cenário é desafiador, dadas as consequências da atual crise macroeconômica, que deterioraram as perspectivas de crescimento do consumo, frustrando, portanto, os cenários de expansão e contratação de geração de energia proveniente de novos projetos. Para o longo prazo, no entanto, uma vez superada a crise, os investimentos na expansão do parque gerador devem ser retomados, sendo mais provável a preservação da tendência de diversificação da matriz elétrica, com a continuidade do declínio relativo das hidrelétricas de grande porte na estrutura da oferta de energia elétrica.

Em relação às tendências de longo prazo sobre a estrutura de oferta de energia elétrica no país, serão analisados adiante os principais elementos direcionadores, com as diversas possibilidades tecnológicas.

Além das possibilidades tecnológicas para geração de energia elétrica, há que se considerar as mudanças tecnológicas das redes propriamente ditas e como elas devem evoluir tecnologicamente para fazer face às transformações no perfil de consumo e no perfil de geração de energia.

Por fim, são as conclusões que sintetizam os principais desafios para os formuladores das políticas públicas energética e tecnológica.

## 2. Perspectivas para a estrutura de oferta

A perspectiva de investimentos do SEB, nos próximos cinco anos, tende a declinar em função do atual contexto de sobreoferta, que posterga a necessidade de licitação de empreendimentos de geração de energia. Contudo, dado o que já foi licitado em leilões públicos,<sup>1</sup> o porte dos investimentos deve ficar entre R\$ 30 bilhões e R\$ 40 bilhões por ano, em média, para os próximos quatro anos, sendo o segmento de geração de energia o mais representativo, com cerca de 50% desse total.

No caso de retomada da atividade econômica, os investimentos poderão atingir média anual de R\$ 60 bilhões, caso o consumo de energia retome a trajetória de crescimento de cerca de 4% ao ano.

Pressupondo a superação da crise econômica, para o longo prazo a tendência é de diversificação das fontes de energia elétrica, com a crescente participação de reno-

---

<sup>1</sup> O PSR *Energy Report 122* (PSR, 2017) estima 27,4 GW de capacidade instalada adicional a ser agregada ao sistema entre os anos de 2017 e 2021. Quase a totalidade desse número provém de projetos participantes de leilões públicos. Os demais casos são projetos de geração viabilizados por comercialização de energia diretamente com consumidores ou comercializadores de energia.

váveis alternativas intermitentes (como a energia solar e a energia eólica), seguidas eventualmente por hidrelétricas a fio d'água.<sup>2</sup>

A consequência desse perfil de inserção de renováveis na matriz elétrica, sem mudanças tecnológicas, é a necessidade de mais térmicas na estrutura de oferta, a fim de complementar as fontes renováveis intermitentes, em função de momentos no tempo de baixa disponibilidade/intensidade dos recursos primários ou eventual deplecionamento dos reservatórios das hidrelétricas.

Nesse sentido, apesar da maior participação das fontes alternativas renováveis,<sup>3</sup> as termelétricas tendem a crescer em importância relativa, elevando potencialmente o fator de emissão do parque gerador nacional. Para reverter o que seria uma trajetória de carbonização da matriz elétrica, a despeito da maior inserção das fontes alternativas, há algumas possibilidades disponíveis aos formuladores da política energética nacional que se destacam no debate setorial. As principais seriam:

- **retomada da construção de hidrelétricas com reservatórios de acumulação:** a severidade da seca recente (fim do ano de 2012 em diante) e a necessidade de garantir o suprimento não só elétrico, mas humano e do agronegócio, abrem uma janela de oportunidade para a discussão do tipo de empreendimento hidrelétrico a ser licitado pelo poder público nas regiões Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Sul. Para a região amazônica, no entanto, é pouco provável que esse fato ocorra, dados seu relevo preponderante de planície e a pouca aplicabilidade para usos múltiplos da água que tendem a privilegiar a escolha por projetos de usinas a fio d'água.<sup>4</sup>
- **retomada do programa nuclear brasileiro:** eventualmente surgem propostas e discussões sobre a reformulação do marco regulatório para a exploração da atividade de geração de energia nuclear, com o propósito de introduzir a iniciativa privada em parceria com as estatais elétricas. A introdução da iniciativa privada poderá dar celeridade à implantação de projetos, bem como reduzir seus custos de implantação e preços equivalentes da energia vendida.
- **introdução de novas tecnologias (atualmente mais caras) de estocagem de eletricidade:** existem possibilidades de novas tecnologias que estão em teste no exterior por meio de projetos-piloto. O Brasil está no início do processo

---

<sup>2</sup> Essas hidrelétricas são aquelas sem capacidade significativa de acúmulo de água em seus reservatórios, e que, portanto, geram energia conforme a afluência natural das águas.

<sup>3</sup> Aqui definidas como todas as fontes renováveis, com exceção das hidrelétricas com capacidade instalada superior a 30 MW.

<sup>4</sup> Mesmo assim, cabe ressaltar que o inventário de projetos na região está concentrado na margem direita do Rio Amazonas e pouco se sabe ainda sobre a viabilidade econômica e ambiental de aproveitamentos na margem esquerda do Amazonas.

de experimentação de formas de estocagem de energia, que pode ser ilustrado pelas chamadas estratégias de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) abertas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Há possibilidade, para o longo prazo, de aplicação massificada de baterias, seja de veículos elétricos estacionados, seja por meio de bancos de baterias, de forma a regularizar o fluxo elétrico das energias renováveis intermitentes. Outra possibilidade seria a implantação de projetos de energia solar heliotérmica,<sup>5</sup> com capacidade de acumulação de calor de até 12 horas por dia.

Entre essas possibilidades, a primeira e a segunda são de aplicação técnica e econômica imediatas, porém, dependem de acordos com órgãos ambientais e a sociedade. A terceira possibilidade depende de articulação entre as políticas energética e industrial, bem como de um longo prazo de desenvolvimento e maturação tecnológica.

Alternativamente, pode-se argumentar que a expansão da oferta calcada em fontes renováveis alternativas poderia prescindir de acréscimos significativos de termelétricas fósseis com perfil de operação flexível. Para tanto, para preservar o suprimento do mercado, a adição de potência de projetos de fontes renováveis alternativas seria mais do que superior ao crescimento do consumo, reduzindo o fator de capacidade<sup>6</sup> médio do sistema. Além disso, os sistemas de transmissão e distribuição teriam de incorporar novas tecnologias para lidar com as intermitências das renováveis em diversas localidades. A consequência natural seria a elevação dos preços e tarifas da eletricidade em ritmo superior a sua tendência natural.

Sobre a tendência de alta da eletricidade, há alguns elementos que a explicam:

- A renovação das concessões de geração e transmissão de energia dos ativos maduros (mais baratos) já foi realizada em pelo menos 80% do previsto para o horizonte 2030, não havendo portanto grandes oportunidades de redução de custos percebidas pelos consumidores.
- Haverá declínio de capacidade de acumulação de água nos reservatórios das hidrelétricas, relativamente ao tamanho do mercado, em razão: do predomínio de novos aproveitamentos hidrelétricos a fio d'água, da perda de eficiência das hidrelétricas de grandes reservatórios (assoreamentos dos reservatórios,

---

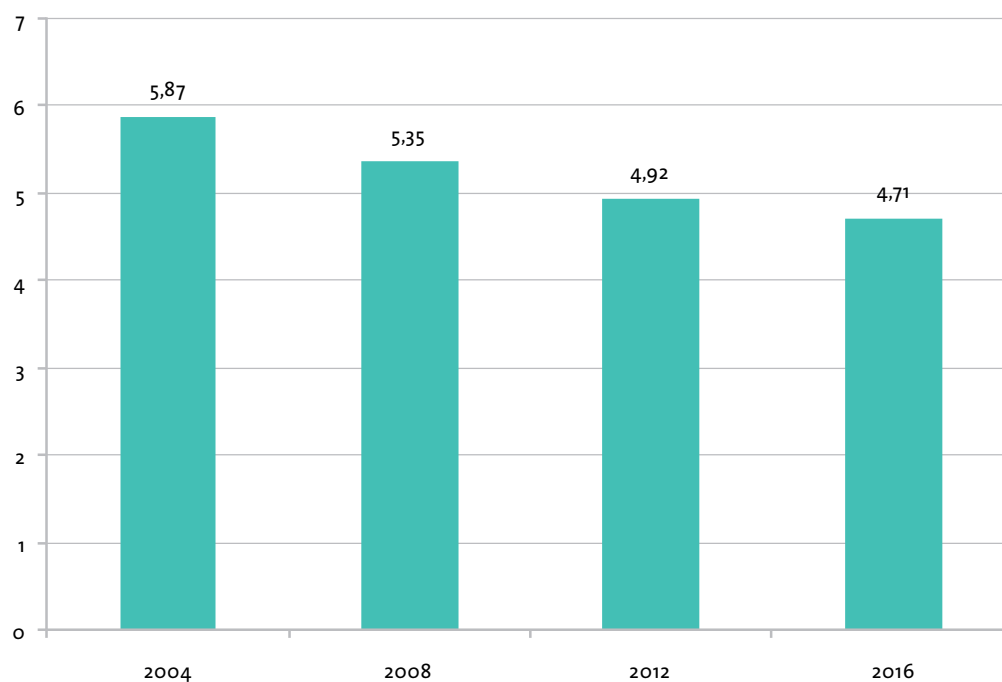
<sup>5</sup> A geração heliotérmica, termossolar ou também *concentrated solar power* (CSP), consiste basicamente na geração de eletricidade por meio da conversão da energia solar (concentrada) em energia térmica, acumulada e propagada em materiais ou fluidos capazes de absorver e reter calor, para posterior conversão em energia elétrica.

<sup>6</sup> Relação entre geração média de eletricidade, em um determinado período de tempo, e a capacidade máxima instalada disponível de uma usina ou conjunto de usinas.

irrigação, consumo humano etc.), do impacto das mudanças climáticas,<sup>7</sup> entre outros fatores.

- Entre os anos de 2004 e 2016, a carga de energia de todos os consumidores do Sistema Interligado Nacional (SIN) foi ampliada de 36,76 GWmédio para 61,6 GWmédio (ampliação de mais de 67%). No mesmo período, o armazenamento total das hidrelétricas foi ampliado em 40,39%, sendo que esse aumento se deu mais por adição de usinas a montante de grandes reservatórios, do que por sua construção propriamente dita.
- O Gráfico 2 expõe a relação entre armazenamento máximo (em GW.mês) das hidrelétricas e carga de energia (em GWmédio).

Gráfico 2: Capacidade máxima dos reservatórios (GW.mês)/carga do sistema (GWmédio)



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados dos reservatórios disponíveis no portal do Operador Nacional do Setor Elétrico (ONS, 2016).

- Esse fato torna as fontes alternativas renováveis, como as energias eólica e solar, e as fontes fósseis, sobretudo o gás natural, os determinadores do custo marginal de expansão e, portanto, do preço da eletricidade no longo prazo.

<sup>7</sup> Estudo recente publicado pela Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE), executado em parceria entre Coppe/UFRJ e PSR (COPPE; PSR, 2015), aponta que há possibilidade de perda média de afluência nos reservatórios do Sistema Interligado Nacional (SIN) entre 7% e 25%. Há usinas cuja perda estimada de afluência poderá alcançar 57%. Adicionalmente, o estudo aponta aumento da variância das afluências, que, com a baixa capacidade de acúmulo nos reservatórios, deve implicar redução da geração média das usinas.

- O país ainda não encontrou alternativas para explorações competitivas do gás natural, quando comparado a outros países mais maduros no segmento, como os Estados Unidos. No Brasil, há dependência de importação de gás natural liquefeito (GNL), em geral mais caro do que o gás natural proveniente de reservas locais, e é desconhecido o eventual impacto da exploração do gás natural do pré-sal e do gás de folhelho (*shale gas*) sobre a composição da oferta interna de gás natural e, mais importante ainda, sobre o preço do insumo para a geração termelétrica.

### 3. Perspectivas tecnológicas

De qualquer modo, as fontes renováveis alternativas ingressaram na matriz elétrica e devem ter papel crescente. Cada fonte alternativa, com sua especificidade, apresentará trajetória de difusão tecnológica, resultando eventualmente em redução de seus respectivos preços. No Brasil, são os principais destaques a energia eólica, a energia solar e a biomassa.

#### 3.1 Energia eólica

A energia eólica caminha para ultrapassar a biomassa como a segunda fonte renovável mais importante no país. São quase 10 GW de capacidade instalada em operação comercial e outros 8 GW em construção, ambos provenientes de projetos *on shore*.

Essa rápida trajetória de inserção da fonte eólica permitiu que o país viabilizasse a produção local de aerogeradores, num total de seis empresas (GE, Vestas, WEG, Wobben/Enercon, Siemens/Gamesa e Acciona), todas credenciadas no BNDES em metodologia específica. Para o longo prazo, a indústria de aerogeradores implantada no país enfrenta alguns desafios relevantes, sendo o principal encontrar opções no mercado externo, sobretudo na América Latina, pelo fato de o Brasil passar por uma conjuntura de sobreoferta estrutural de energia, que poderá perdurar por quatro anos.

Superada a conjuntura de crise macroeconômica e a sobreoferta estrutural de energia, o mercado local tende a ser o principal para a produção dos aerogeradores. Somente para sítios *on shore*, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) aponta para um potencial de pelo menos 440 GW, com perfis de projetos com altura a partir de 150 metros, apenas considerando dois estados que estimaram potencial nesse perfil (Bahia e Rio Grande do Sul).

### 3.2 Biomassa

As térmicas movidas à biomassa têm uma capacidade instalada em operação comercial em nível próximo à energia eólica, com cerca de 10 GW. Contudo, a fonte não obteve êxito na contratação de energia nos últimos quatro anos, com apenas 2,5 GW contratados.

Com a retomada do crescimento econômico, a fonte se torna uma opção tecnológica, pois o Brasil possui cerca de 20 GW (representa cerca de 14% da matriz elétrica) de potencial de geração de energia proveniente de biomassa, que poderia ser implementado em curto espaço de tempo, e próximo aos principais centros de carga da região Sudeste.

Porém, a fonte não é tão competitiva quanto às hidrelétricas e eólicas, apesar de as usinas movidas a biomassa demandarem menos investimentos em linhas de transmissão para o escoamento da geração de energia.

Para o longo prazo é difícil prospectar o potencial de uso da biomassa, pois com a evolução tecnológica na produção de etanol por hidrólise, a biomassa encontrará uma destinação que competirá com a geração de energia elétrica.

### 3.3 Energia solar

A energia proveniente do Sol é muitas vezes mais abundante que a soma de todas as demais fontes. Para ilustrar isso, a Agência Internacional de Energia (IEA, em inglês) (*apud* TOLMASQUIM, 2016) apresenta os seguintes dados: de toda a irradiação solar que alcança o planeta, apenas aproximadamente a metade atinge a superfície. Dessa metade, estima-se um potencial de geração de cerca de 885 milhões de TWh/ano, que representa mais de oito mil vezes o consumo final total de energia mundial em 2013.

Obviamente, o Brasil não é exceção à regra. A EPE apresenta estimativa para as duas modalidades de energia solar. A em estágio mais inicial de desenvolvimento, a energia solar heliotérmica, ou concentrada, tem um potencial de capacidade instalada entre 97,7 GW e 412,7 GW, que varia conforme as opções tecnológicas (cilindro parabólico ou torre solar) e se há ou não armazenamento térmico.

Para a energia solar fotovoltaica, a EPE apresenta alguns dados de destaque. Apenas para geração distribuída em residências o potencial é estimado em 164 GW. Ainda, a EPE avalia que, até 2050, a geração distribuída poderá alcançar 78 GW de capacidade instalada, sem que novas políticas de incentivo sejam postas em prática.

Para geração centralizada fotovoltaica, o potencial é ainda mais expressivo, dada a alta disponibilidade de sítios com alto nível de irradiação solar em território nacional. São mais de 28 mil GW de capacidade que poderiam ser instalados em áreas não ocupadas (sem florestas, edificações, ou quaisquer atividades econômicas).



Sobre a introdução da fonte na matriz elétrica, a geração distribuída fotovoltaica superou 47 MW, com mais de 6.500 instalações, de acordo com o portal da Aneel em março de 2017. A geração centralizada fotovoltaica, por outro lado, contou com três leilões exclusivos para contratação da fonte, realizados em 2014 e 2015, que totalizam 2.652 MW a serem instalados até 2018.<sup>8</sup>

Cumprir destacar que, anteriormente à realização dos leilões de energia solar, o BNDES desenvolveu metodologia específica de credenciamento dos painéis e sistemas fotovoltaicos. Essa metodologia segue o caminho pioneiro da energia eólica, pois se buscou não um percentual de conteúdo local, mas foram avaliados quais seriam os componentes e processos produtivos factíveis para serem implantados no país, e mais nobres em conteúdo tecnológico.

Contudo, dado o contexto de crise econômica e sobreoferta estrutural, há incerteza quanto à manutenção da implantação de projetos de energia solar, o que pode comprometer a implantação da indústria de painéis e equipamentos dos sistemas fotovoltaicos no país, que ainda está em fase inicial, e não atingiu competitividade perante a fabricação proveniente de outros países. Outros países, notadamente a China, já atingiram escala de produção elevada, já percorreram parte da curva de aprendizado tecnológico, e se deparam com uma carga tributária modesta, senão negativa (dada a política de incentivos).

### 3.4 Redes

As redes de transmissão e distribuição de energia têm perfis técnicos bem distintos e níveis de atualização tecnológica bem diferenciados. O segmento de transmissão de energia no Brasil é aquele cujas redes possuem tensão a partir de 230 kV. Nesse sistema de transmissão é considerado por especialistas um dos mais modernos do mundo, no que toca à gestão centralizada pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que tem a responsabilidade de operar o sistema e as usinas conectadas a ele por praticamente todo o território nacional.

Os investimentos em modernização das redes de transmissão devem ser preponderantemente associados à troca de equipamentos, cabos e materiais cuja vida útil esteja próxima do término, e precisariam ser repostos.

Em relação à discussão recente sobre a implantação das redes elétricas inteligentes (REI), seus investimentos devem ser concentrados nas redes de distribuição, que no Brasil são as redes cuja tensão está abaixo de 230 kV. Isso é explicado pelo fato

---

<sup>8</sup> Há expectativa de que parte desse valor, sobretudo de projetos do primeiro leilão de energia solar, de 2014, deva ser descontratado.

de grande parte das novas tecnologias (como veículos elétricos, geração distribuída, armazenamento, medição inteligente, entre outros) estarem localizados no ponto de consumo da energia elétrica, ou próximo a ele, mas ainda em perímetro urbano.

As REIs não têm uma definição exata, mas em sua essência estão associadas à incorporação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) nas redes do setor elétrico. A incorporação das TICs poderá viabilizar:

- automação e reconfiguração automática de rede (*self-healing*);
- sensoriamento de diversos pontos da rede (consumo, geração – distribuída ou não, e redes em si);
- aferição, acúmulo e tratamento de dados;
- inserção e massificação de geração distribuída;
- inserção e massificação de veículos elétricos; e
- empoderamento dos consumidores de energia, sobretudo residenciais, que poderão decidir quando, como e quanto consumir.

De acordo com Kagan *et al.* (2013), estudo realizado pela Associação das Distribuidoras de Energia Elétrica (Abradee) e apresentado à Aneel em 2011 indica para o Brasil uma estimativa de gastos entre R\$ 46 bilhões e R\$ 91 bilhões para a transformação das redes das distribuidoras em redes inteligentes. Contudo, não se sabe em que momento esses investimentos ocorrerão de forma sistemática, pois o poder concedente precisa definir o cronograma de implantação, quais serão as aplicações tecnológicas (funcionalidades) prioritárias exigidas, bem como a forma como esses gastos serão repartidos entre concessionárias, consumidores e governo.

Além disso, as distribuidoras de energia enfrentaram nos últimos anos estresse financeiro, que tendem a retardar investimentos, por conta:

- das despesas extraordinárias oriundas da crise hídrica, que provocou o acionamento de térmicas cujos custos são mais caros; e
- mais recentemente, da crise econômica e do declínio do consumo de eletricidade, que levou à sobrecontratação (geração contratada superior à demanda de mercado).

De qualquer modo, a incorporação de novas tecnologias no segmento de distribuição implicará inevitavelmente, em um primeiro momento, elevação dos preços da eletricidade, pois os equipamentos a serem incorporados às distribuidoras serão mais caros e de menor vida útil, se comparados aos equipamentos tradicionalmente empregados.

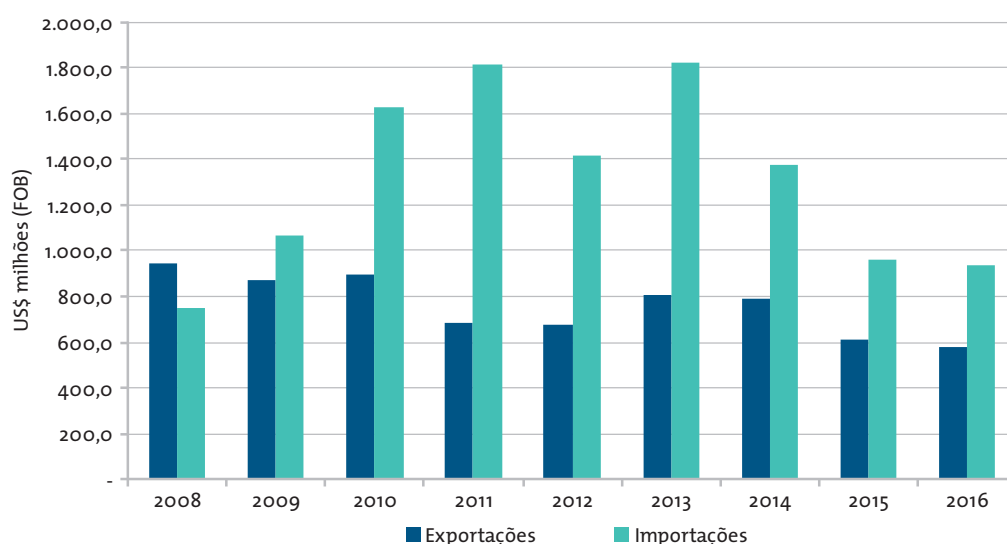
Porém, ao mesmo tempo as REIs são um meio para a obtenção de maior eficiência econômica, desde a geração de energia até o consumo, podendo, no longo prazo, proporcionar redução de preços. Os principais ganhos estão associados a:

- difusão da geração distribuída, sobretudo a energia fotovoltaica;
- decisão de consumo inteligente, permitindo que o consumidor responda a preços e decida consumir menos ou deslocar o consumo para momento do dia, mês ou ano em que a eletricidade esteja mais barata;
- identificação dos pontos de rede no qual há furtos de energia; e
- redução de custos de supervisão e manutenção de redes, por meio de sensoramento remoto, entre outros.

#### 4. Rebatimentos na demanda por bens de capital e TICs

O Brasil historicamente foi exportador líquido de bens de capital para geração, transmissão e distribuição (BK para GTD), sobretudo para países da América Latina. Porém, houve perda de competitividade, em especial para fabricantes chineses, evidenciada pelos saldos comerciais sistematicamente negativos a partir de 2009, monitorados pela Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), conforme exposto no Gráfico 3.

Gráfico 3: Corrente de comércio de bens de capital para geração, transmissão e distribuição de energia elétrica



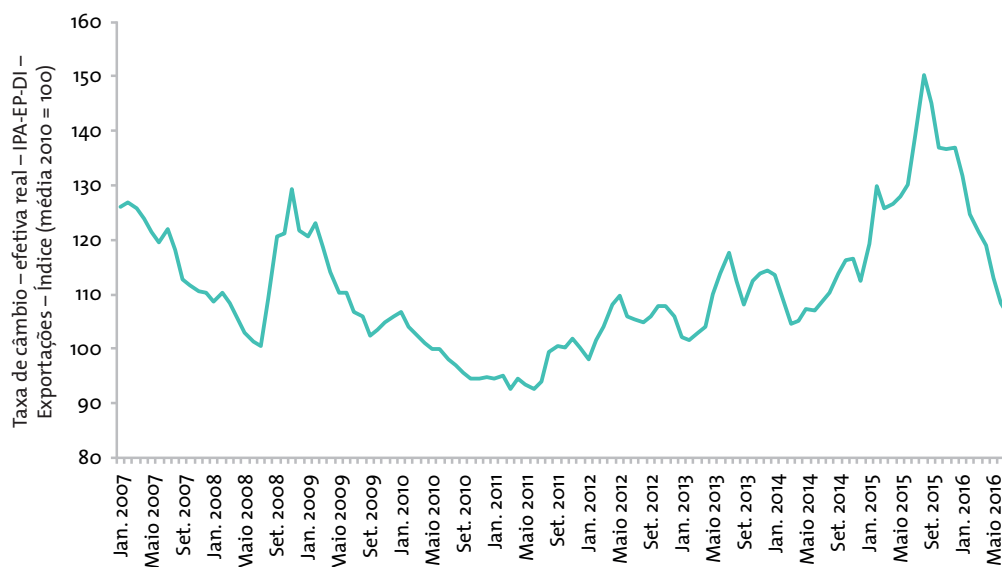
Fonte: Elaboração própria, com base em dados coletados no portal da Abinee.

Nota: FOB = Free on Board.

Além de bens de capital, o país perdeu competitividade na produção local de materiais, como cabos e torres para transmissão de eletricidade, em virtude do preço pouco competitivo do alumínio, por exemplo.

A principal explicação para a perda de competitividade é o fato de o real ter se apreciado em relação ao dólar, entre os anos de 2007 e 2014 (veja o Gráfico 4). Contudo, a partir de 2015, houve forte depreciação do real, e as importações de BK para GTD caíram cerca de 50% (em relação a 2013). No entanto, o país ainda continua importador líquido de BK para GTD, e não se sabe para que direção irá a taxa de câmbio após a crise econômica recente.

Gráfico 4: Taxa de câmbio efetiva BRL/USD



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados coletados no portal Ipeadata.

Nota: Redução da taxa retrata apreciação do real e depreciação do dólar.

Outro fato relevante é o ingresso de empresas estatais chinesas como a State Grid e a Three Gorges (transmissora e geradora, respectivamente, provenientes da China) como grandes concessionárias do SEB. Essas empresas têm parceiros fabricantes de equipamentos em seu país de origem e poderão abrir oportunidade no Brasil para suas exportações. Exemplo disso é a importação dos equipamentos de ultra-alta tensão (em  $\pm 800$  kV), fabricados na China, para o Sistema de Transmissão da usina de Belo Monte. Esse sistema é composto por dois circuitos em corrente contínua que totalizam cerca de R\$ 15 bilhões em investimentos, sendo que um é de propriedade da State Grid e outro é de controle desta em parceria com Furnas Centrais Elétricas.

Sobre a demanda por TICs, não há certeza de quando se iniciará o processo de massificação das tecnologias associadas às REIs. Porém, a tendência hoje é que as concessionárias do setor elétrico estruturem parcerias com fornecedores globais, que tendem a trazer soluções tecnológicas prontas do exterior.

Essa percepção advém do fato de que atualmente não há uma estrutura de atores relevantes nacionais de TICs que consiga competir em nome (marca), prestígio<sup>9</sup> e preço<sup>10</sup> com os fornecedores globais, que tendem a prover soluções completas (vendas em pacote ou casadas) para as concessionárias. Os atores locais tendem a participar de forma marginal, consorciados com os atores globais, na oferta de soluções de TICs.

## 5. Conclusões

Conforme exposto, o Brasil encontra alguns desafios para o futuro ao tratar a questão da evolução da matriz elétrica. A chave para sua superação é a conjugação de uso de novas tecnologias (renováveis alternativas, REIs, armazenamento etc.) com as tradicionais que tenham menor impacto ambiental e menor preço relativo (hidrelétricas com reservatórios de acumulação e, eventualmente, dependendo das soluções de contorno, a energia nuclear).

Contudo, como se sabe, as alternativas sempre provocam debates acalorados, sobretudo as mais tradicionais. Nesse sentido, é fundamental trazer o debate setorial para perspectivas mais amplas que tratem não só de avaliações de custo e benefício (nas dimensões social, econômica e ambiental) dos projetos, mas também que incorporem as implicações para a estrutura de oferta de energia e seus preços.

Sobre as escolhas tecnológicas em si, há que se pensar nas repercussões das demandas do setor elétrico para a economia brasileira e como ela poderá se preparar para se apropriar dos benefícios de eventualmente produzir localmente bens de capital e soluções de TICs.

O passado recente do país revela que a questão cambial foi um elemento de perda de competitividade da indústria brasileira de bens de capital de forma geral, e aquela parte que atende ao SEB não foi exceção. Sobre TICs em particular, o cenário é mais desafiador do que o de bens de capital, pois, diferente deste, o Brasil não conta com fornecedores de soluções globais para as concessionárias do setor elétrico.

---

<sup>9</sup> A questão da marca dos fornecedores é relevante para concessionárias listadas em bolsa, que valorizam nomes internacionais como forma de elevar a atratividade de seu negócio.

<sup>10</sup> O preço é a variável mais relevante para as concessionárias, pois a regulação tarifária exercida sobre elas é intensa, o que impede políticas direcionadas de poder de compra, com certa margem associada a novas tecnologias produzidas no país.

## Referências

ABINEE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. *Panorama econômico e desempenho setorial*. São Paulo, 2016.

COPPE/UFRJ – INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO; PSR. *Adaptação às mudanças climáticas no Brasil: cenários e alternativas*. Rio de Janeiro, mai. 2015.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Nota Técnica DEA 19/14 Inserção da geração fotovoltaica distribuída no Brasil* – condicionantes e impactos. Rio de Janeiro, 2014.

\_\_\_\_\_. *Nota Técnica DEE 127/15 1ª Leilão de Energia de Reserva 2015 - Participação dos Empreendimentos Solares Fotovoltaicos: visão geral*. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/leiloes/Documents/Leilão%20de%20Reserva%20\(2015\)/NT\\_EPE-DEE-NT-127\\_2015-r0\\_completo.pdf](http://www.epe.gov.br/leiloes/Documents/Leilão%20de%20Reserva%20(2015)/NT_EPE-DEE-NT-127_2015-r0_completo.pdf)>. Acesso em: mar. 2017.

KAGAN, N. et al. *Redes elétricas inteligentes no Brasil: análise de custos e benefícios de um plano nacional de implantação*. Rio de Janeiro: Sinergia; Abradee; Brasília: Aneel, 2013.

PSR. *Energy Report*, n. 122. Rio de Janeiro, fev. 2017.

TOLMASQUIM, M. T. (coord.). *Energia renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica*. Rio de Janeiro: EPE, 2016. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Documents/Energia%20Renovável%20-%20Online%2016maio2016.pdf>>. Acesso em: jan. 2017.

## Bibliografia

ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Mapeamento da cadeia fornecedora de TIC e de seus produtos e serviços para redes elétricas inteligentes (REI)*. Sumário executivo. Brasília, 2014.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Relatório smart grid*. Brasília, 2011. (mimeo)

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA; EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2024*. Brasília, 2014.

PSR. *Energy Report*, n. 100, Rio de Janeiro, abr. 2015.

REN21 – RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY. *Renewables global status report (GSR)*. Paris, 2016. Disponível em: <<http://www.ren21.net/GSR-2016-Report-Full-report-EN>>. Acesso em: jan. 2017.

## Sites consultados

ABINEE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA – <<http://www.abinee.org.br/>>.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – <<http://www.aneel.gov.br/informacoes-gerenciais>>.

ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – <<http://ons.org.br/pt/paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao>>.